

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-294077

(43)Date of publication of application : 04.11.1998

(51)Int.Cl.

H01J 40/00

G01J 1/02

H01J 37/073

(21)Application number : 09-103003

(71)Applicant : JEOL LTD

(22)Date of filing : 21.04.1997

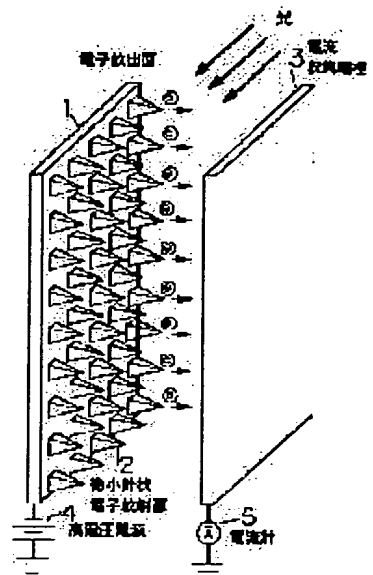
(72)Inventor : NISHIKAWA OSAMU  
IWATSUKI MASASHI  
AOKI SUSUMU

## (54) FIELD EMISSION TYPE LIGHT-ELECTRIC CURRENT CONVERTER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a light-electric current converter which can respond at high speed, make the current amount to be converted higher, and lower noise much more.

**SOLUTION:** It is so designed that a plurality of small needle shaped electron emitting sources 2 arranged densely are approached to a current collecting electrode 3 while being faced to each other, voltage is applied to a gap between each electron emitting source 2 and the current collecting electrode 3 so as to allow high electric fields to be generated at the tip end parts of the electron emitting sources 2, and light is made to irradiate the tip end parts of the electron emitting sources 2, so that current in response to the intensity of irradiation light is taken out of the current collecting electrode 3.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-294077

(43) 公開日 平成10年(1998)11月4日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

F I

H01J 40/00

H01J 40/00

G01J 1/02

G01J 1/02

A

H01J 37/073

H01J 37/073

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平9-103003

(22) 出願日 平成9年(1997)4月21日

(71) 出願人 000004271

日本電子株式会社

東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号

(72) 発明者 西川 治

石川県金沢市窪7-364 西尾ビル608

(72) 発明者 岩槻正志

東京都昭島市武蔵野三丁目1番2号日本電子株式会社内

(72) 発明者 青木 進

東京都昭島市武蔵野三丁目1番2号日本電子株式会社内

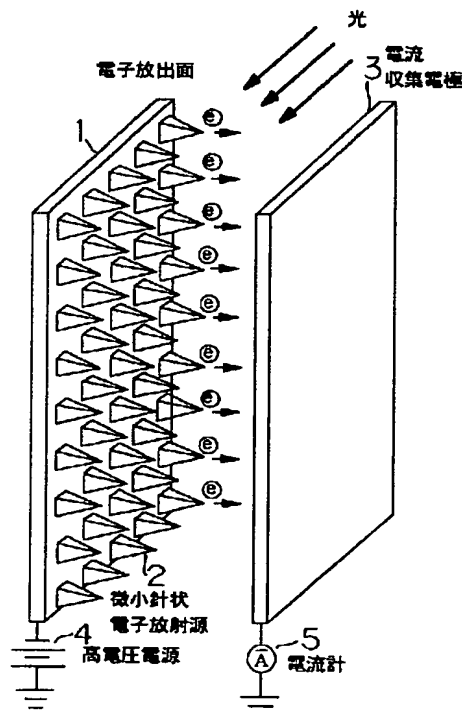
(74) 代理人 弁理士 蛭川 昌信 (外7名)

(54) 【発明の名称】 電界放射型光-電流変換器

(57) 【要約】

【課題】 高速応答が可能で、かつ変換電流量が大きく、低ノイズ化を図ることを可能にする。

【解決手段】 密集配列した微小針状電子放射源と、電流収集電極とを近接して対向配置し、微小針状電子放射源と電流収集電極間に電圧を印加して微小針状電子放射源先端部に高電界を発生させ、該微小針状電子放射源先端部に光を照射してその表面より電子を放射させ、照射光強度に応じた電流を電流収集電極より取り出すようにしたことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 密集配列した微小針状電子放射源と、電流収集電極とを近接して対向配置し、微小針状電子放射源と電流収集電極間に電圧を印加して微小針状電子放射源先端部に高電界を発生させ、該微小針状電子放射源先端部に光を照射してその表面より電子を放射させ、照射光強度に応じた電流を電流収集電極より取り出すようにした電界放射型光一電流変換器。

【請求項 2】 請求項 1 記載の変換器において、微小針状電子放射源の先端部に引出し電極を設けたことを特徴とする電界放射型光一電流変換器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は微小針状電子放射源の鋭い針先に高電界を発生させ、これに光を照射して電子を放出させ、光を電流に変換する電界放射型光一電流変換器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 光一電流変換器として最も広く用いられているものはフォトマルチプライヤであり、また、Charge Coupling Device (CCD) と呼ばれる電荷結合素子である。フォトマルチプライヤの利点は極めて微弱な光にも応答し、増幅率が大きいことであり、難点は応答速度がマイクロ秒程度と遅く、変換電流量がマイクロアンペアと小さく、さらに光の強度と電流量との相関関係にバラツキがあり、暗電流とノイズが高いことである。また、CCD は直接光を電流量に変換するのではなく、光を一度電荷に変換し、その後読み取り段階で電流に変換できる。従って、光の強度と電流量の相関関係は極めて高いという利点があるが、変換過程が 2 段階であるため応答速度が遅く、その機構も複雑である。

【0003】 本発明は上記課題を解決するためのもので、高速応答が可能で、かつ変換電流量が大きく、低ノイズ化を図ることができる電界放射型光一電流変換器を提供することを目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明の電界放射型光一電流変換器は、密集配列した微小針状電子放射源と、電流収集電極とを近接して対向配置し、微小針状電子放射源と電流収集電極間に電圧を印加して微小針状電子放射源先端部に高電界を発生させ、該微小針状電子放射源先端部に光を照射してその表面より電子を放射させ、照射光強度に応じた電流を電流収集電極より取り出すようにしたことを特徴とする。

## 【0005】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施の形態について説明する。電界放射とは鋭い針先に高電界を発生させ、それにより針先の表面内に閉じ込められている電子に対するポテンシャル障壁を縮小させ、電子を表面より

放出させる現象をいう。金属の針では放射電流量は針先の電界強度により大きく増減するが、半導体、特に絶縁性に近い半導体では針先に光を照射すると、光電導率が瞬間的に増大し、電流量が大きく増大する。この原理を本発明では光一電流変換器に応用する。

【0006】 図 1 は本発明の電界放射型光一電流変換器の基本構造の説明図である。図 1 において、電子放出面を形成する導電性基板 1 には絶縁性または半絶縁性の微小針状電子放射源 2 が密集配列され、これに向き合って電流収集電極 3 が配置される。微小針状電子放射源 2 は通常の電界放射顕微鏡のような単一の針として構成しても良いが、変換器に用いる場合は、変換効率をあげるために、微細な針を密集形成させる。各微小針の大きさは変換効率、変換応答速度により様々であるが、高さ数  $\mu\text{m}$  ～数百  $\mu\text{m}$  が望ましい。そして、各針の間隔も針の高さに応じて数  $\mu\text{m}$  ～数百  $\mu\text{m}$  と広がる。針先は鋭ければ鋭い方が望ましく、先端の曲率半径が  $0.1 \mu\text{m}$  以下になるまで研磨すると低電圧 (1000V 以下) で電界放射電流量が得られるようになる。

【0007】 電流収集電極 3 は微小針状電子放射源 2 の先端より数  $\mu\text{m}$  離れた位置に配置される。なお、導電性基板 1 と電流収集電極 3 の間には高電圧電源 4 が接続され、電流収集電極 3 を流れる電流は電流計 5 で測定される。

【0008】 次に動作を説明すると、まず高電圧電源 4 により電子放出面の微小針状電子放射源 2 と電流収集電極 3 との距離や、微小針状電子放射源 2 の曲率半径に応じて数百 V ～数 KV 程度の電圧を印加し、電界放射電流が流れる状態にする。その後、光を微小針状電子放射源に照射する。すると、光の強度に対応して放射電流が変化して電流収集電極 3 を通して流れる電流が変化し、光を電流に変換することができる。

【0009】 図 2 は本発明の光一電流変換器の他の例を示す図である。

【0010】 この例は、図 1 に示した変換器に対してさらに変換感度を向上させるために微小針状電子放射源 2 に対向して引出し電極 10 を設け、さらに電流収集電極 3 の前方にマイクロチャンネルプレート 12 を配置したものである。引出し電極 10 は微小針状電子放射源 2 の先端を囲むように円錐状の孔が形成された突起状の微小電極からなり、微小針状電子放射源 2 と引出し電極 10 とのアライメントに圧電素子 11 を使用しており、圧電素子 11 に電圧を印加することにより、電流収集電極 3 に最も電流が流れるように位置合わせを行う。この引出し電極 10 は白金等の金属の薄板を微小なポンチにより機械的に孔を開けることにより作成する方法やマイクロリソグラフィ技術を応用する方法、あるいは電鋳法等により作成する。なお、マイクロチャンネルプレート 12 と電流収集電極 3 との間は高電圧電源 13 を挿入する。このマイクロチャンネルプレート 12 により微小電流が

増倍されるので、電流量は増大するが、構造が複雑となるので、このマイクロチャンネルプレートに代えて電流収集電極 3 と電流計 5 との間に増幅器を挿入するようにしても良い。

【0011】また、電流収集電極 3 は透明度の高いサファイアかガラスで作成し、ネサ膜（酸化スズ等の膜）のような電導性の薄膜で覆う。この場合ネサ膜の光透過特性により変換器が応答する光の波長範囲が変わる。従って、ネサ膜をフィルターとすると、特定波長に応答する変換器を構成することができる。

【0012】図 3 は光一電流変換器の変換感度を向上させるようにした他の例を示す図である。この例は、導電性基板 1 の上に絶縁体を介して各微小針状電子放射源 2 の先端を取り囲むような孔が開けられた引出し電極板 2 1 を設けたもので、絶縁体 2 0 は微小針状電子放射源 2 が貫通する孔が開けられている。微小針状電子放射源 2 と引出し電極板 2 1 との間には所定の引出し電圧が印加される。このような構成とすることにより、電子放出に必要な電圧を下げる事が可能である。

【0013】なお、上記各例において、密集配列微小針状電子放射源、引出し電極、電流収集電極の作成は微細加工が求められるので、近年進展が目ざましい真空マイクロエレクトロニクスやマイクロリソグラフィの技術を応用して作製する。

【0014】なお、電子放射源については、金属は光電導の効果がなく、絶縁性または半絶縁性の材料を用いる。シリコンは微細加工技術が進んでいるので、最良の材料と考えられるが、電子放射面が不安定なので、望ましくない。放射面が安定で電子放出効果が優れているものはダイヤモンドである。しかし、ダイヤモンドの微細な針を作製することは困難である。そこで、図 4 に示すようにシリコンまたは金属で密集配列微細針状放射源 2 を作製し、その表面にダイヤモンド、または半絶縁性が絶縁性で光電導性の下地金属の炭化、酸化、窒化物の薄膜 2 a を形成し、安定な電子源とすることが可能である。

【0015】この場合、微細針状電子放射源先端の放射領域の炭化膜、窒化膜、酸化膜、ダイヤモンド膜等の電

導性、厚さ、組成、構造により光一電流変換特性が変わる。特に注目したいのは応答する光の波長範囲と応答時間である。

【0016】図 5 は光照射時間と応答する放射電流の波形を示したもので、光照射時間幅はナノ秒からフェムト秒であり、この光パルスに反応する変換器では絶縁性薄膜材料の光一電流変換の即応性と膜の厚みが均一で、数ナノメートルであることが求められる。

【0017】光パルスと放射電流との時間差は光一電流変換器および計測器内の時間遅れであり、光照射量が弱く、照射時間幅が狭いと放射電流が減衰し、検出されなくなる。また、光の波長にも依存する。従って、特定の波長パルス幅のみ反応する光一電流変換器を作ることにも可能である。

【0018】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、絶縁性または半絶縁性の薄膜を表面に形成した微小針状電子放射源の鋭い針先に高電界を発生させ、この針先に光を照射することにより光の強度に応じた電流を対向する電流収集電極から取り出すことができ、光一電極変換器に応用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 電界放射型光一電流変換器の基本構造の説明図である。

【図 2】 光一電流変換器の他の例を示す図である。

【図 3】 光一電流変換器の変換感度を向上させるようにした他の例を示す図である。

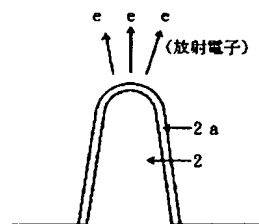
【図 4】 微細針状放射源を作製方法を説明する図である。

【図 5】 光照射時間と反応する放射電流の波形を示す図である。

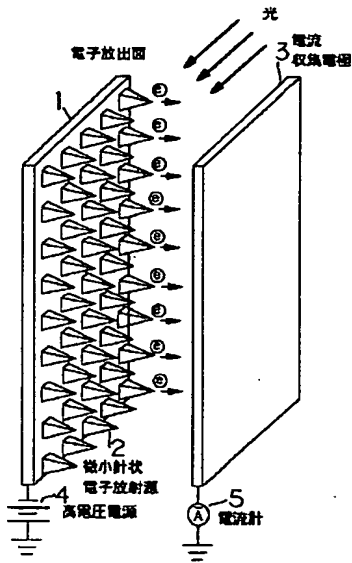
【符号の説明】

1…導電性基板、2…微小針状電子放射源、3…電流収集電極、4…高電圧電源、5…電流計、10…引出し電極、11…圧電素子、12…マイクロチャンネルプレート、13…高電圧電源、20…絶縁体、21…引出し電極板。

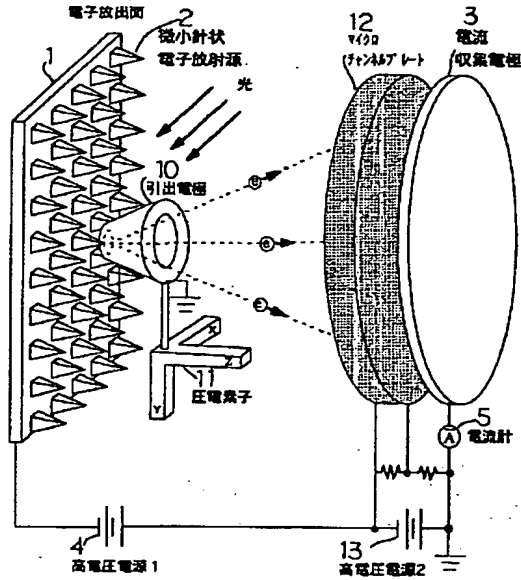
【図 4】



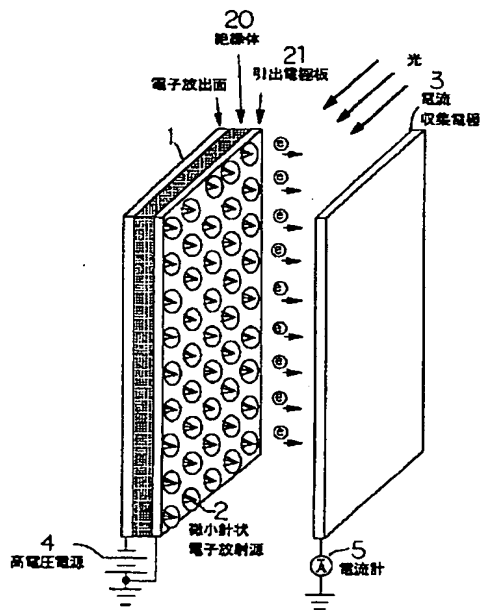
【図1】



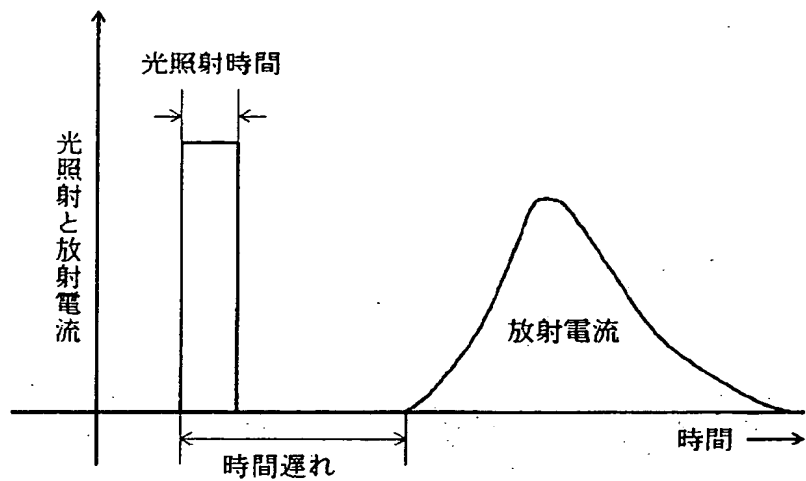
【図2】



【図3】



【図5】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**